

AVALUACIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL DISPONIBLE DEL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU PER A L'OBTENCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA.

- Projecte en grup de la llicenciatura de Ciències ambientals –

Autors: Callao, P.; Campos, A. & Planes, A. - Febrer 2007 -

Directors: Dr. Martí Boada, Dr. Pere Masqué, Dr. Joan Rieradevall

Resum

Al present article s'han sintetitzat els resultats principals del projecte. S'avalua la biomassa forestal disponible al Parc Natural de l'Alt Pirineu, a partir d'un conjunt de mètodes d'estimació que pretenen veure la diferència de biomassa disponible segons una sèrie de restriccions que es tenen en compte en cada cas. L'estudi té com a objectiu principal l'estimació de la biomassa forestal aprofitable que és susceptible de ser utilitzada per a l'abastament de la demanda d'energia calorífica pels habitatges de la zona.

S'ha realitzat per a tres àmbits d'estudi diferents: Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP), Vall de Cardós i el municipi d'Esterri de Cardós. Per a cadascun d'ells s'ha analitzat la demanda total d'energia calorífica dels habitatges, així com les seves emissions en Kg de CO₂ i l'energia obtinguda a partir de la biomassa disponible.

Finalment, com a escenari d'aprofitament, s'ha proposat fer una substitució d'aquells habitatges que utilitzen gasoil per la biomassa, amb la finalitat de comprovar les reduccions en emissions de CO₂ i en els costos econòmics que tindrien lloc.

Paraules clau: Parc Natural de l'Alt Pirineu, biomassa potencial aprofitable, energia calorífica, Esterri de Cardós, Vall de Cardós, demanda energètica, emissions de CO₂

Introducció

La fusta ha estat sens dubte un dels combustibles més utilitzats al llarg de la història i també abans de la revolució industrial, durant la qual es van començar a utilitzar altres com el carbó i més endavant el petroli. Aquest ús energètic de la fusta va donar lloc a una explotació forestal que va aconseguir mantenir una estructura boscosa regular sense sobreacumulació de biomassa.

La utilització d'aquesta com a combustible va generar una gestió involuntària de les masses boscoses, la qual en molts indrets ja no existeix actualment, degut a que l'explotació de la fusta com a recurs energètic s'ha anat deixant d'utilitzar amb els anys.

El consum de combustibles fòssils per a la producció energètica és la dinàmica de consum actual dels Països desenvolupats, relegant la biomassa forestal com a combustible. La demanda energètica augmenta cada any i en conseqüència també ho fan les emissions de substàncies contaminants. La més important entre d'altres és la del CO₂, el qual es troba emmagatzemat en els sediments durant milers d'anys a grans profunditats, i actualment s'està

alliberant de manera descontrolada per l'atmosfera.

La utilització de biomassa forestal per a la combustió pot promoure en l'actualitat una explotació sostenible que gestioni els boscos disminuint la biomassa acumulada i reduint el risc d'incendis, així com la substitució dels combustibles no renovables per un de renovable i respectuós amb el medi.

L'objectiu d'aquest estudi és valorar si la demanda calorífica dels habitatges del PNAP pot arribar a ser abastida pel creixement de biomassa disponible de la massa boscosa del mateix àmbit, i d'aquesta manera substituir el consum de combustibles no renovables per biomassa, obtenint un recurs que es troba que s'obté en el mateix àmbit de consum final.

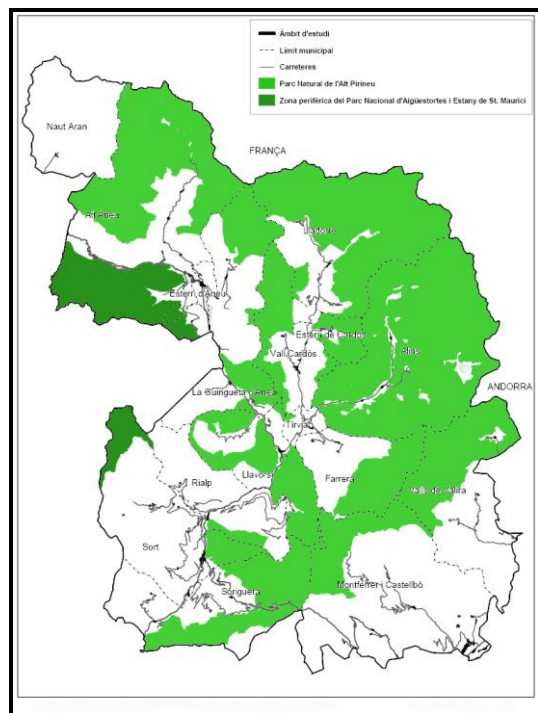
Metodologia

El Parc Natural de l'Alt Pirineu (Figura 1) compren part de les comarques del Pallars Sobirà i l'Alt Urgell i bona part del Pirineu axial català. Amb

69.850 ha, és el parc natural més extens de Catalunya.

S'estudia tot l'àmbit del PNAP per veure si és possible fer una gestió conjunta de tot el parc en l'extracció de biomassa i l'abastament de la demanda calorífica dels municipis que s'hi troben inclosos.

Figura 1. Parc natural de l'Alt Pirineu (PNAP)



Font: elaboració pròpia

També s'estudien altres àmbits més petits, com la Vall de Cardós i el municipi d'Esterri de Cardós, per valorar si aquests poden abastar-se ells mateixos.

L'estudi del municipi d'Esterri de Cardós permet estimar la biomassa disponible a partir del Projecte d'Ordenació de les forests C.U.P. 140 "Canal de Gallinera" i 141 "Sarredó - Manyanero", de les quals se'n disposa d'informació més específica. Aquesta estimació permet comparar la biomassa que és susceptible de ser aprofitada segons el creixement de les espècies arbòries, amb la que potencialment és aprofitable a través dels tractaments de millora i regeneració que es proposen al Projecte d'Ordenació Forestal.

La Vall de Cardós l'integren els municipis d'Esterri de Cardós, Lladors i Vall de Cardós, un àmbit geogràfic més gran que permet veure la viabilitat d'abastar tota la Vall amb la seva extensió forestal aprofitable.

Inicialment es fa la recopilació d'informació a partir de diverses fonts com: la recerca bibliogràfica, altres projectes sobre l'aprofitament energètic de la biomassa, el Projecte d'Ordenació Forestal de les forests CUP 140 i 141 i l'assistència als cursos de "la Setmana de la Biomassa Forestal" a Solsona, organitzats pel CTFC entre d'altres.

Es plantegen els diferents escenaris d'actuació, en els quals s'avalua la biomassa de cada àmbit escollit i també la demanda d'energia calorífica que necessiten.

El càlcul de la demanda energètica

A partir de l'IDESCAT S'obtenen les dades de l'any 2001 sobre el tipus de combustible utilitzat per habitatge, tant de primera com de segona residència, a cadascun dels municipis de PNAP. (Taula 1.),

Taula 1. Distribució dels combustibles segons el municipi

Municipi	C	F	GL	G	E	Total
Esterri de Cardós	11	0	7	4	3	18
Alt Àneu	25	3	53	47	29	104
Guineueta. A.	24	1	42	18	30	73
Esterri A.	8	1	68	84	78	171
Alins	16	1	41	6	11	34
Lladors	21	0	6	7	57	85
Farrera	29	0	4	1	7	37
Llavors	29	1	23	24	46	100
Rialp	16	0	48	60	66	142
Soriguera	35	0	40	14	35	84
Sort	73	0	220	329	107	509
Tirvia	13	0	18	8	11	32
Vall de Cardós	19	0	37	30	23	72
Vall de Valira	36	0	124	17	19	72
Montferrer i Castellbó	32	3	123	35	59	129
Total	387	10	854	684	581	1662

Font: Elaboració pròpia en base a l'Idescat

Amb la realització d'una trentena d'enquestes al municipi d'Esterri de Cardós i algunes a Esterri d'Àneu, s'estima el consum mitjà de cada combustible que es produeix per habitatge (Taula 2.). Amb aquestes entrevistes s'avalua el consum de tots els combustibles menys del carbó, el qual es calcula a partir de la mitjana de les dades dels altres combustibles.

Taula 2. Consum de combustible per habitatge de primera residència.

Combustible	Quantitat
Llenya	10 t/ habitatge
Carbó	2 t/ habitatge
Gasoil	3 m ³ / habitatge
Electricitat	13300 KWh/ habitatge
Gas natural	500 m ³ /habitatge

Font: Elaboració pròpia en base a l'Idescat

Càlcul de la biomassa disponible

El càlcul de la biomassa del **PNAP** s'ha determinat a partir de dues fonts:

- El primer dels mètodes està basat en l'estudi *El Pla de Biomassa, Àmbit Forestal* realitzat pel CREAF i el CTFC l'any 2001. En aquest estudi s'avalua la quantitat total de biomassa explotable a Catalunya (. Per tant, l'estimació de la biomassa disponible en el Parc es defineix a partir de la part proporcional que aquest ocupa respecte la superfície de Catalunya. Es tenen en compte criteris de limitació per l'explotació segons el Pla de la Biomassa, on la cobertura mínima ha de ser del 70%, el pendent màxim del 60% i la continuïtat del bosc ha de ser constatat.

- El segon mètode fa ús de les dades inventariades de biomassa forestal en base a l'*Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*. L'aplicació *MiraBoscOnline* del CREAF proporciona aquestes dades per municipi, les quals es modelitzen per determinar-ne la viabilitat d'explotació. Els criteris tinguts en compte fan referència a factors silvícoles, topogràfics i d'accessibilitat, segons *el Pla de Biomassa*.

Aquest tractament de la informació es realitza amb el suport de la cartografia digital corresponent a cada criteri i les eines informàtiques encarregades d'analitzar la informació geogràfica, com el programa *Miramon*. El resultat final mostra una sèrie de mapes que delimiten les zones aptes per realitzar un aprofitament forestal. A la Figura.2 es mostra la superfície productiva del PNAP que compleix les condicions per ser explotada i permet determinar la biomassa extraïble amb la superposició dels vials.

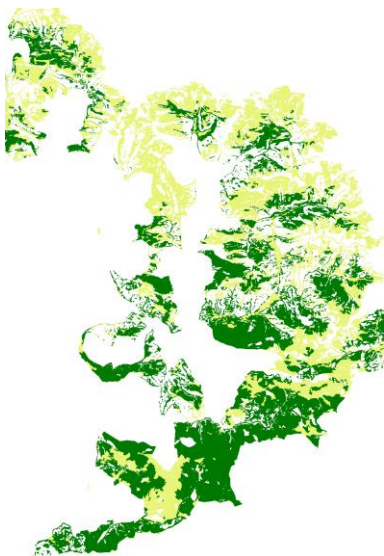


Figura.2 Superposició de les capes de pendents i cobertura amb la dels hàbitats productius, per ser inventariada amb els vials d'accés.

L'explotació de la biomassa es realitza considerant dues opcions en quant a la distància d'explotació a banda i banda dels vials. Les opcions considerades són a 30 m o bé 50 m, amb dos escenaris de limitació de l'accessibilitat dels vials:

1. Considerant un 100% d'accessibilitat a totes les pistes forestals, vials tradicionals i carreteres secundàries.
2. Considerant un 50 % d'accessibilitat als vials tradicionals i un 100 % d'accessibilitat en pistes forestals i carreteres secundàries.

Segons les opcions triades s'obté més o menys biomassa susceptible de ser extreta en l'àmbit del PNAP.

Un cop comptabilitzada la biomassa disponible s'avalua el seu potencial energètic en teps.

En el cas de la **Vall de Cardós** l'estimació de la biomassa disponible és relativa a cadascun dels municipis que la formen i s'obté a partir del segon mètode utilitzat en l'àmbit del PNAP, és a dir, a partir de *El Pla de Biomassa, l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*, l'aplicació del programa *MiraBoscOnline* i de Sistemes d'informació geogràfica com el *MIRAMON*.

Pel darrer àmbit, **Esterri de Cardós**, s'ha utilitzat el *Projecte d'Ordenació Forestal de les forests CUP 140 i 141* del municipi, per a tal d'inventariar d'una manera més precisa la biomassa residual, és a dir, la que actualment pot ser aprofitada com a subproducte de les actuacions forestals, i la biomassa potencial capaç de ser aprofitada segons les limitacions d'una explotació forestal.

En primer lloc, l'estimació de la biomassa residual aprofitable actualment parteix de les actuacions forestals planificades en el Pla Especial, a partir les restes de les actuacions silvícoles de regeneració i millora del bosc es genera una quantitat de biomassa susceptible de ser aprofitada energèticament, sense la necessitat d'una explotació forestal com el cas anterior.

En segon lloc, s'estima la biomassa potencial aprofitable a partir de la mitjana del creixement de les coníferes de les zones considerades pel POF com a productives (quarters A,B,C) i es multiplica en cada cas per la superfície forestal ocupada per cada municipi. Tot i què solament està comptabilitzat per a les coníferes, és a dir que el potencial energètic serà més baix que si les altres espècies forestals també es tinguessin en compte.

Un cop calculada la biomassa aprofitable, s'hi apliquen els factors restrictius d'accessibilitat i distància d'extracció, de la mateixa manera que en els altres dos àmbits (PNAP i Vall de Cardós).

Resultats

Balanç energètic

S'ha estimat la demanda d'energia tèrmica del conjunt dels habitatges del PNAP en uns **5.100 teps anuals**.

La biomassa que s'obté en el cas de l'estudi del Pla de la biomassa, és de **56.700 tones psa anuals**, les quals equivalen a **25.700 teps**. En aquest cas no es tenen en compte els vials i per tant s'avalua la biomassa total que hi ha a la zona amb els criteris de cobertura i pendent del Pla de Biomassa, cobrint àmpliament la demanda del parc.

El total de biomassa potencial del Parc calculat en base a les dades del programa *MiraBoscOnline* és de **202.000 t/any** en psa, és a dir, un potencial energètic de **91.683 teps/any**. Aquesta biomassa potencial es limita amb els criteris del Pla de biomassa i amb els d'accessibilitat dels vials explotables a 30 i 50 metres (Figura.3). Únicament s'abasteix la demanda del parc en l'àmbit menys restrictiu (50 metres i tots els vials accessibles). Amb aquest s'obté un total de **6.700 teps/any**.

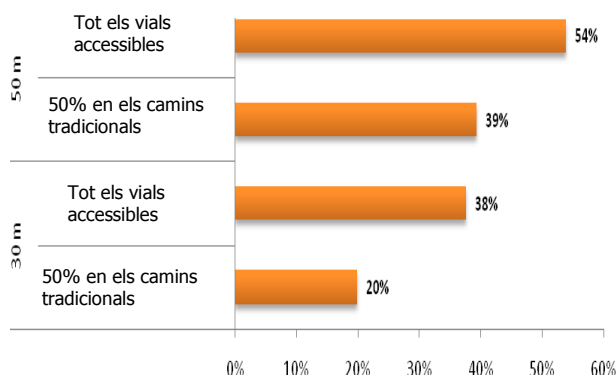


Figura 3. Percentatge d'excident energètic per cada escenari d'aprofitament de biomassa forestal.

La demanda d'energia calorífica de la **Vall de Cardós** correspon a **490 teps/any**. Gairebé la meitat de l'energia demandada és de gasoil, i l'altre meitat es troba repartida entre l'electricitat i el carbó. Malgrat la demanda de gasoil és la més elevada, no és el combustible més utilitzat pels habitatges, per tant ve a demostrar que és una de les fonts d'energia calorífica menys eficient.

En el cas de la biomassa, la Vall de Cardós disposa de 1.100.000 tones. Representen el 18% del total de biomassa aèria del PNAP (6.055.100 tones).

La biomassa potencial en pes sec ambient és de **43.150 t/any**, la qual és equivalent a un potencial energètic de **19.600 teps/any**. Aplicant els factors limitants com s'ha fet en el segon mètode d'avaluació de biomassa del PNAP, s'obté una biomassa apte per ser explotable de **1.900 teps/any** en el cas més restrictiu (30 metres i accessibilitat del 50% en vials tradicionals), per tant s'aconsegueix abastar la demanda sense cap problema.

La demanda calorífica del municipi **d'Esterri de Cardós** és de **55 teps/any**.

El càlcul de la biomassa s'ha obtingut a partir de dos mètodes amb els quals la demanda dels municipi s'abasteix totalment:

1. En el primer cas s'obté la biomassa residual actual que es pot extreure dels aprofitaments planificats pel POF per a fusta de serra, on el total de biomassa disponible és de 450 m³ psa (període 2007-2008), els quals representen **150 teps/any**, en base als tractaments silvícoles planificats en el Pla Especial del *Projecte d'Ordenació Forestal de les forests CUP 140 i 141 d'Esterri de Cardós*.

Si es parteix de la biomassa residual generada en base a les extraccions per regeneració i millora forestal planificades en el Pla general per 20 anys, aleshores es disposa d'una quantitat mitjana de biomassa residual de 530 m³/any (per regeneracions) i 257 m³/any (per millores). Aquesta biomassa forestal en pes sec ambient genera una energia de **350 teps/any**.

2. En el segon cas s'utilitzen els creixements del POF, però es calcula la biomassa que es podria extreure anualment pensant en l'explotació del bosc per obtenir únicament biomassa. Si només es tenen en compte les zones catalogades pel POF com a compatibles per a la explotació, la biomassa que s'obté es de **73 teps/any** en el cas més restrictiu i **141 teps/anual** en el menys restrictiu. Per tant la demanda també es cobreix en aquest cas.

Escenari d'aprofitament: substitució del gasoil per biomassa forestal

Es proposa l'escenari de substitució del gasoil demandat per la biomassa en els tres àmbits estudiats, ja que la demanda d'energia tèrmica total del PNAP és superior a la energia disponible a partir de la biomassa. Per tant es considera la substitució del gasoil, que és el combustible més contaminant i el més utilitzat globalment.

Pel que fa al **PNAP**, un 34% dels habitatges utilitzen gasoil, amb un consum anuals de 3100 teps, representant un 61% de la demanda d'energia calorífica total. Les quatre opcions en quant a les limitacions dels vials superen el 20% d'excident respecte a la demanda de gasoil a cobrir. El cas més restrictiu seria l'aprofitament de la biomassa considerant el 100% d'accessibilitat amb tots els vials (pistes forestals, carreteres secundàries) excepte el 50% del camins tradicionals i amb una distància de 30 m a cada banda de la via, obtenint 3900 teps/any, per tant un excident de 800 teps.

En el cas de la **Vall de Cardós** el consum de gasoil equival a 230 teps, representant en aquest àmbit un total del 42% del consum energètic. El consum de gasoil és menys significatiu que en el total del PNAP, però tot i així és un total del 23% dels habitatges (10 % menys que en el PNAP) que en consumeixen. La biomassa disponible en les diferents opcions considerades en quant a l'accessibilitat a banda i banda dels vials, és àmpliament superior al total de la demanda d'energia tèrmica de tots els combustibles del conjunt de la Vall de Cardós, per tant assolir la demanda de gasoil a partir de la biomassa és viable creant uns excedents, que en el cas més restrictiu és del 88%.

Per últim, en el cas d' **Esterri de Cardós**, els habitatges consumidors de gasoil són el 28%, generant una demanda d'energia calorífica de 25 teps anuals, que representen també un elevat percentatge del total d'energia demandada (46%). Tal com succeeix a la Vall de Cardós, l'energia sol·licita pel municipi d'Esterri de Cardós és àmpliament coberta per la disponibilitat de biomassa forestal en qualsevol escenari d'aprofitament. L'escenari més restrictiu disposa d'un marge d'actuació del 66% per cobrir l'energia necessària en la substitució del consum de gasoil per biomassa.

En l'àmbit econòmic, es valoren els preus del gasoil, en el qual ja van implícits els costos del transport, i de la biomassa, i considerant el preu en referència al darrer trimestre de l'any 2006.

En el cas del gasoil, el preu considerat és de 0,65 €/litre, obtingut a partir d'una factura d'un habitatge particular del municipi de Son (Pallars Sobirà). En el cas de la biomassa s'obté el preu en base als costos dels processos d'extracció, estellat i transport de la biomassa, 47,5 €/t (Recuforest S.L., CTFC, Holtzinger).

L'estalvi econòmic que representa la utilització de biomassa vers la utilització de gasoil és del 84%, ja que el cost del gasoil per un habitatge de primera residència al PNAP és aproximadament de 2000 € anuals i el de biomassa és de només 320 € anuals.

Pel que fa a l'estalvi d'emissions a l'àmbit general del PNAP, la substitució de biomassa pel gasoil suposa una reducció del 45 % passant de generar 8 t/any per habitatges de primera residència a 4,5 t/any.

Conclusions i Propostes de millora

Amb la realització del projecte s'arriba a la conclusió que l'aprofitament de biomassa presenta unes aptituds que la fan òptima per a la seva viabilitat com a font d'energia calorífica.

Tot i així, cal tenir present que els resultats obtinguts s'han de considerar com aproximacions a uns valors representatius de la realitat que depenen de la variabilitat dels factors inventariats, tals com: el pendent, la cobertura arbòria, la producció de biomassa, l'accessibilitat a les zones forestals, les emissions de CO₂ i els costos econòmics, entre d'altres. Per tant, per a portar a terme la seva aplicació es necessita de futurs estudis que acotin de manera més específica tots els factors que s'han estudiat.

Es proposen algunes millores que es podrien introduir en projectes futurs, aprofundint més en certs factors, els quals no eren objectiu d'estudi del projecte.

Una de les millores proposades consisteix en utilitzar dades més actuals en quant al tipus de combustible utilitzat en els habitatges, ja que en aquest projecte s'han fet servir les dades del 2001 inventariades a l'IDECAT i és molt probable que actualment els combustibles utilitzats hagin canviat, com s'ha vist en el cas del carbó i de la fusta. Per això seria necessari que l'IDECAT actualitzés les seves dades o fer ús d'altres fonts d'informació, així com la realització de moltes més enquestes a la població.

Una altra proposta interessant fa referència a la comptabilització de la biomassa del conjunt del

PNAP i de la Vall de Cardós, que podria millorar amb la obtenció dels Projectes d'ordenació de cada Forest per obtenir la informació del creixement de manera més individualitzada: és a dir, per quaters i amb els mapes digitalitzats de cadascuna de les forests de PNAP, els quals ens donarien les dades de les hectàrees més ben delimitades.

Pel que fa a l'escenari escollit en aquest projecte només s'han tingut en compte els Kg de CO₂ que ens estalviàrem d'emetre a l'atmosfera si es fes una substitució del gas-oil per la biomassa. Una millora que es pot proposar per a projectes futurs és la substitució de tots els combustibles per biomassa i veure'n la reducció pertinent d'emissions de CO₂.

La última proposta de millora, també referent a un possible escenari d'aprofitament de la biomassa, fa referència a la implantació de calderes de biomassa pel que fa a les noves construccions, segons les noves normatives en quan a l'ús d'energies renovables. Per a dur-ho a terme també es podria fer ús de les subvencions que s'ofereixen en alguns casos des de la Generalitat en quant a la instal·lació de calderes de biomassa.

Bibliografia

- Olmedo, A; Rodríguez, E; Roman, P; Sanchez, E. Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del Parc de Collserola. 2006.
- Camps, M i Marcos, F. 2002. Los Biocombustibles. Ed. Mundi-Prensa.
- Departament de medi ambient i habitatge .Ed. Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal, 2005.
- Jonati, C; Rodriguez, J; Vayreda, J. Pla de la biomassa. CREAM i CTFC. 2001
- PUY, N. Avaluació Integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya. 2006.

Acrònims

PNAP: Parc Natural de l'Alt Pirineu
CREAF: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals
CTFC: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya
SIG: Sistemes d'Informació Geogràfica
IDESCAT: Institut d'Estadística de Catalunya
CUP: Catàleg d'Utilitat Pública
PSA: pes sec ambient
TEP: tona equivalent de petroli
POF: Planejament d'ordenació forestal

Agraïments

Pere Masqué, Martí Boada, Joan Rieradevall, Jordi Duch, Marc Garriga, Neus Puy, Xavier Castells, veïns del municipi d'Esterri de Cardós, UAB.